

05P15318~15320 2/2
0515318
101743,081

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

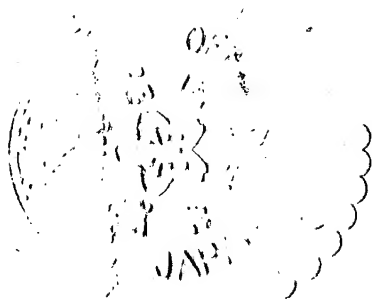
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 9 7 8 3 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 9 7 8 3 9]

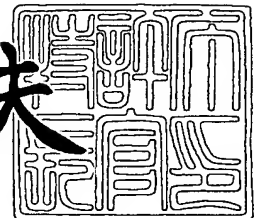
出 願 人 三 菱 マ テ リ ア ル 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):



2 0 0 4 年 3 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 5 2 4 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 J14208B1
【提出日】 平成15年11月27日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 23/34
【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 - 1 4 三菱マテリアル株式会
社 総合研究所那珂研究センター内
 【氏名】 長友 義幸
【発明者】
 【住所又は居所】 埼玉県さいたま市大宮区北袋町 1 丁目 2 9 7 番地 三菱マテリア
ル株式会社 総合研究所内
 【氏名】 根岸 健
【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 - 1 4 三菱マテリアル株式会
社 総合研究所那珂研究センター内
 【氏名】 長瀬 敏之
【特許出願人】
 【識別番号】 000006264
 【氏名又は名称】 三菱マテリアル株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100064908
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 志賀 正武
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108578
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 詔男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101465
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 青山 正和
【選任した代理人】
 【識別番号】 100117189
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 江口 昭彦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100120396
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 杉浦 秀幸
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108453
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 村山 靖彦
【選任した代理人】
 【識別番号】 100106057
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柳井 則子

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-380401

【出願日】 平成14年12月27日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0205685

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

純度が 99.999% 以上の Cu 回路層とセラミック層とを少なくとも有することを特徴とする熱伝導性複層基板。

【請求項 2】

セラミックス層と、該セラミックス層の一方の面に設けられた純度 99.999% 以上の Cu 回路層と、前記セラミックス層の他方の面に設けられた高純度金属層とを有することを特徴とする熱伝導性複層基板。

【請求項 3】

請求項 2 に記載された熱伝導性複層基板において、前記高純度金属層が、99.999% 以上の純度の Cu 金属層であることを特徴とする熱伝導複層基板。

【請求項 4】

絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面に積層される回路層と、該絶縁基板の他方の面に積層される金属層と、前記回路層にはんだを介して搭載される半導体チップと、前記金属層に接合される放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記回路層及び金属層を、純度が 99.999% 以上の銅で構成したことを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のパワーモジュール用基板であって、前記放熱体は、はんだ、ろう付け又は拡散接合によって前記金属層に接合されていることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載のパワーモジュール用基板であって、前記絶縁基板は、AlN、Al₂O₃、Si₃N₄又は SiC からなることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 7】

請求項 4 から 6 のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層が、100℃で24時間以内に応力解放することを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 8】

請求項 4 から 6 のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の破断時の伸びが-40℃以上150℃以下の範囲で20%以上30%以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 9】

請求項 4 から 6 のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の厚さが0.04mm以上1.0mm以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 10】

請求項 4 から 6 のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の導電率が99% IACS 以上であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 11】

請求項 4 から 6 のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の結晶粒が平均粒径で1.0mm以上30mm以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【書類名】明細書

【発明の名称】熱伝導性複層基板及びパワーモジュール用基板

【技術分野】

【0001】

この発明は、大電圧、大電流を制御する半導体装置に用いられるパワーモジュール用基板に関し、特に、半導体チップから発生する熱を放散させる放熱体を備えたパワーモジュール用基板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のパワーモジュール用基板として、図7に示すように、AlNからなる絶縁基板12の一方の面にAl又はCuからなる回路層13を積層し、他方の面にAl又はCuからなる金属層14を積層し、回路層13にはんだ17を介して半導体チップ15を搭載し、金属層14にはんだ18、ろう付け等により放熱体16を接合したパワーモジュール用基板11や、図8に示すように、AlNからなる絶縁基板22の一方の面に4N-Al（純度が99.99%以上のアルミニウム）からなる回路層23を積層し、他方の面に4N-Alからなる金属層24を積層し、回路層23にはんだ27を介して半導体チップ25を搭載し、金属層24にはんだ28、ろう付け等により放熱体26を接合したパワーモジュール用基板21等が知られている。このようなパワーモジュール用基板は、各種提供されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

上記のパワーモジュール用基板11、21にあつては、放熱体16、26を例えば冷却シンク部（図示せず）に取り付け、放熱体16、26に伝達される半導体チップ15、25からの熱を冷却シンク部内の冷却水（又は冷却空気）を介して外部に放出させている。

【特許文献1】特公平4-12554号公報（第1-3頁、第1図、第2図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記のような構成のパワーモジュール用基板11、21にあつては、回路層13、23及び金属層14、24をCuで構成した場合には、-40～125℃の温度サイクルを繰り返し作用させた場合に、数10～100サイクル程度で回路層13、23と半導体チップ15、25との間のはんだ17、27にクラックが生じ、500サイクル程度で回路層13、23が絶縁基板12、22から剥離してしまうが、回路層13、23及び金属層14、24をAlで構成した場合には、3000サイクル程度まで回路層13、23と半導体チップ15、25との間のはんだ17、27にクラックが生じることはない。このことは、温度サイクルを繰り返し作用させた場合に、回路層13、23及び金属層14、24をAlで構成した場合には内部応力が蓄積しないのに対し、Cuで構成した場合には内部応力が蓄積するからである。従って、温度サイクル寿命を延ばすためには、内部応力が蓄積しないように構成すれば良いことになる。

【0005】

一方、AlとCuとの熱伝導率を比較すると、Cuの方がAlよりも良いので、半導体チップ15、25からの熱を効率良く放熱体16、26側に伝達させて放出させるためには、熱伝導率の良いCuで回路層13、23及び金属層14、24を構成した方が良いが、Cuの場合には、前述したような内部応力の蓄積の問題があるので、温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝達率との両方を満足させることは困難であり、何れかを犠牲にしなければならなかった。

【0006】

本発明は、上記のような従来の問題に鑑みなされたものであつて、温度サイクルに対する寿命を延ばすことができるとともに、良好な熱伝達率が得られて半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることができるパワーモジュール用基板を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するために、以下のような手段を採用している。

即ち、請求項1に係る発明は、純度が99.999%以上のCu回路層とセラミック層とを少なくとも有する熱伝導複層基板ことを特徴とする。

この発明に係る熱伝導複層基板によれば、Cu回路層が99.999%以上の純銅により構成されていることから、温度サイクルが繰り返し作用されたとしても、Cu回路層に再結晶が生じることになり、Cu回路内に生じた内部応力が消滅することになり、セラミックス層とCu回路層とにクラック等が生じ難いことになる。

【0008】

請求項2に係る発明は、純度が99.999%以上のCu回路層と、該Cu回路層の一方の面に設けられたセラミックス層と、前記Cu回路層の他方の面に設けられた高純度金属層とを有する熱伝導性複層基板を特徴とする。

この発明に係る熱伝導性複層基板によれば、温度サイクルが繰り返されたとしても、Cu回路基板と、セラミックス層と、高純度金属層とに亀裂が生じ難い。

【0009】

請求項3に係る発明は、請求項2に記載された熱伝導性複層基板において、前記高純度金属層が、99.999%以上の純度のCu金属層であることを特徴とする。

この発明に係る熱伝導性複層基板によれば、温度サイクルが繰り返されたとしても、Cu回路層と、金属層とにおいては、再結晶が生じることから、内部応力の蓄積が無く、温度サイクル寿命が長くなる。

さらに、金属層及びCu回路層のいずれも、99.999%以上の純度の銅から構成されていることから、熱伝導率がよい。

【0010】

請求項4に係る発明は、絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面に積層される回路層と、該絶縁基板の他方の面に積層される金属層と、前記回路層にはんだを介して搭載される半導体チップと、前記金属層に接合される放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記回路層及び金属層を、純度が99.999%以上の銅で構成したことを特徴とする。

この発明によるパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層及び金属層は銅から構成されているので熱伝導率を良くすることができる。従って、半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることが可能となる。

【0011】

請求項5に係る発明は、請求項2に記載のパワーモジュール用基板であって、前記放熱体は、はんだ、ろう付け又は拡散接合によって前記金属層に接合されていることを特徴とする。

この発明によるパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層及び金属層は銅から構成されているので熱伝導率を良くすることができる。従って、半導体チップからの熱を銅からなる回路層、絶縁基板、及び銅からなる金属層を介して放熱体側に効率良く伝達させて放出させることが可能となる。

【0012】

請求項6に係る発明は、請求項4又は5に記載のパワーモジュール用基板であって、前記絶縁基板は、AlN、Al₂O₃、Si₃N₄又はSiCからなることを特徴とする。

この発明によるパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.

99.9%以上の銅で構成されるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層及び金属層は銅から構成されているので熱伝導率を良くすることができる。従って、半導体チップからの熱を、銅からなる回路層、AlN、Al₂O₃、Si₃N₄又はSiCからなる絶縁基板、及び銅からなる金属層を介して放熱体側に効率良く伝達させて放出させることが可能となる。

【0013】

請求項7に係る発明は、請求項4から6のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層が100℃以内で応力解放することの特徴とする。

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、金属層及び回路層が加工硬化し難く、はんだにクラックが発生することが防止され、回路層が絶縁基板から剥離することが防止される。

【0014】

請求項8に係る発明は、請求項4から6のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の破断時の伸びが-40℃以上150℃以下の範囲で20%以上30%以下であることを特徴とする。

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば金属層及び回路層が加工硬化し難く、はんだにクラックが発生することが防止され、回路層が絶縁基板から剥離することが防止される。

つまり、-40℃以上150℃以下の範囲での伸びが、20%よりも小さい場合には、回路層及び金属層は、加工硬化を起こし易くなり、回路層と半導体チップとの間のはんだにクラックが生じるおそれがあり、また、-40℃から120℃の範囲での伸びが30%よりも大きい場合には、回路層とはんだとの間に過大な熱応力が生じることになり、回路層と半導体との間のはんだにクラックが生じたり、回路層が絶縁基板から剥離するおそれがある。

【0015】

請求項9に係る発明は、請求項4から6のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の厚さが0.04mm以上1.0mm以下であることを特徴とする。

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、金属層及び回路層が加工硬化し難く、はんだにクラックが発生することが防止され、回路層が絶縁基板から剥離することが防止される。

なお、金属層及び回路層の厚さが0.04mmより薄い場合には、回路層が半導体チップと絶縁基板との間に生じる応力を軽減することができず、はんだにクラックが生じるおそれがあり、また、1mmよりも厚い場合には回路層の強度が大きくなり、温度サイクルが繰り返されることによって絶縁基板が割れるおそれがある。

【0016】

請求項10に係る発明は、請求項4から6のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の導電率が99%IASC以上であることを特徴とする。

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、回路層が絶縁基板から剥離することが防止される。

なお、IASCとは、国際標準軟銅 (International Annealed Copper Standard) を意味する。

【0017】

請求項11に係る発明によれば、請求項4から6のいずれかに記載のパワーモジュール用基板において、前記回路層及び前記金属層の結晶粒が平均粒径で1.0mm以上30mm以下であることを特徴とする。

この発明に係るパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層に反りなどの不具合が生じることがなく、また、回路層及び金属層が加工硬化することが防止される。

なお、この請求項における平均粒径とは、パワーモジュールが製造された後の平均結晶粒径の平均を意味する。

また、平均粒径が1.0mmより小さい場合には、金属層及び回路層が温度サイクルにおいて加工硬化し易くなり、回路層と半導体チップとの間のはんだにクラックが生じやすくなり、また、平均粒径が3.0mmより大きくなると金属層及び回路層に機械的強度の異方性が生じ、反り等の不具合が生じることになる。

【発明の効果】

【0018】

本発明のパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されることになるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を著しく延ばすことができることになる。また、回路層及び金属層は、熱伝導率の良好な銅から構成されることになるので、半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることができることになる。従って、温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝導率との両方を満足させることができるパワーモジュール用基板を提供することができることになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

図1には、本発明によるパワーモジュール用基板の一実施の形態が示されていて、このパワーモジュール用基板1は、絶縁基板2と、絶縁基板2の一方の面に積層される回路層3と、絶縁基板2の他方の面に積層される金属層4と、回路層3に搭載される半導体チップ5と、金属層4に接合される放熱体6とを備えている。

【0020】

絶縁基板2は、例えばAlN、Al₂O₃、Si₃N₄、SiC等により所望の大きさに形成されるものであって、その上面及び下面に回路層3及び金属層4がそれぞれ積層接着されるようになっている。

【0021】

回路層3及び金属層4を絶縁基板2に積層接着する方法としては、絶縁基板2と回路層3及び金属層4とを重ねた状態で、これらに荷重0.5~2kgf/cm² (4.9×10⁴~19.6×10⁴Pa)を加え、N₂雰囲気中で1065℃に加熱するいわゆるDBC法(Direct Bonding Copper法)、絶縁基板3と回路層3及び金属層4との間にAg-Cu-Tiろう材の箔を挟んだ状態で、これらに荷重0.5~2kgf/cm² (4.9×10⁴~19.6×10⁴Pa)を加え、真空中で800~900℃に加熱するいわゆる活性金属法等があり、用途に応じて適宜の方法を選択して使用すれば良い。

【0022】

回路層3及び金属層4は、純度99.999%以上のCu(5N-Cu)から構成される。5N-Cuは、再結晶温度がRT(室温)~150℃の特性を有する。従って、-40~125℃の温度サイクルで繰り返し使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができる。

【0023】

回路層3及び金属層4は、純度99.9999%以上のCu(6N-Cu)で構成しても良い。6N-Cuは、再結晶温度がRT(室温)~100℃の特性を有する。従って、5N-Cuと同様に、-40~125℃の温度サイクルで繰り返し使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができ、回路層及び金属層をAlで構成したものと同様に、3000サイクル以上の温度サイクル寿命が得られる。

【0024】

回路層3には、半導体チップ5を搭載するための回路パターンが形成され、この回路層

3の上部にはんだ7を介して半導体チップ5が搭載されている。金属層3の下面には、はんだ8、ろう付け、拡散接合等によって放熱体6が一体に接合されている。

【0025】

放熱体6は、例えば、Al、Cu等のような高熱伝導材（熱伝導率の良好な素材）からなる放熱体本体と、高炭素銅（Fe-C）等のような低熱膨張材とを複数接合させて多層構造に形成したものであって、下方に位置する冷却シンク部9に取り付けられて使用され、冷却シンク部9内の冷却水（又は冷却空気）を介して放熱体6に伝達される半導体チップ5からの熱を外部に放出させる。

【0026】

上記のように構成したこの実施の形態によるパワーモジュール用基板1にあっては、回路層3及び金属層4を純度99.999%以上のCu（5N-Cu）で構成しているのので、-40～125℃の温度サイクルが繰り返し作用する条件下で使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができる。従って、SiC、GaN等のように、高温領域で作動するデバイスでの使用が可能となる。

【0027】

また、回路層3及び金属層4を純度99.9999%以上のCu（6N-Cu）で構成した場合にも、-40～125℃の温度サイクルが繰り返し作用する条件下で使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができる。従って、125℃以下で作動するデバイス（Si半導体等）でも使用することが可能となる。

【0028】

表1に、従来のパワーモジュール用基板と本発明のパワーモジュール用基板との温度サイクル寿命を比較した結果を示す。ここで、セラミックスは絶縁基板を示し、金属回路は回路層及び金属層を示し、OFCは無酸素銅（Cu；99.9～99.99%）を示している。この表1から、本発明によるパワーモジュール用基板が従来のパワーモジュール用基板よりも温度サイクル寿命が長いことが分かる。

【0029】

【表 1】

	セラミックス		金属回路			温度サイクル寿命
	寸法(mm)	厚さ(mm)	材質	寸法(mm)	厚さ(mm)	材質
従来例	30×30	0.635	AlN	28×28	0.3	OFC
	40×50	0.635	AlN	38×48	0.4	Al
	30×15	0.635	AlN	28×13	0.6	Al
	50×50	0.635	Al ₂ O ₃	48×48	0.3	OFC
	70×35	0.32	Al ₂ O ₃	68×33	0.3	OFC
	60×35	0.32	Al ₂ O ₃	58×33	0.4	Al
	30×30	0.635	Si ₃ N ₄	28×28	0.3	OFC
	30×20	0.32	Si ₃ N ₄	28×18	0.6	Al
	50×40	0.32	Si ₃ N ₄	48×38	0.4	Al
	30×30	0.635	AlN	28×28	0.3	6N-Cu
発明品	40×50	0.635	AlN	38×48	0.4	6N-Cu
	30×15	0.635	AlN	28×13	0.6	6N-Cu
	50×50	0.635	Al ₂ O ₃	48×48	0.3	6N-Cu
	70×35	0.32	Al ₂ O ₃	68×33	0.3	6N-Cu
	60×35	0.32	Al ₂ O ₃	58×33	0.4	6N-Cu
	30×30	0.635	Si ₃ N ₄	28×28	0.3	6N-Cu
	30×20	0.32	Si ₃ N ₄	28×18	0.6	6N-Cu
	50×40	0.32	Si ₃ N ₄	48×38	0.4	6N-Cu

【0030】

本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、図1に示された構成と同一の構成であることから、符号のみを変えて説明する。

本実施形態における回路層3a及び金属層4aは、100℃以下で応力解放するCu（5N-Cu）からなる。ここで、応力解放とは、再結晶が起こる前に結晶内に生じていた点欠陥の消滅、転位の再配列等が生じることをいう。

このため、回路層3a及び金属層4bは、欠陥の消滅、転位の再配列等が生じ易いため内部応力が蓄積し難くなっている。

【0031】

つまり、回路層3a及び金属層4bは、-40℃以上125以下の範囲で温度サイクルが繰り返されたとしても、100℃以下で欠陥の消滅、転位の再配列等が生じ、歪みのない状態に戻ることであり、加工硬度し難く硬度変化の小さいものである。

したがって、回路層3aは、半導体チップ5と絶縁基板2との間に生じる応力を軽減することができる。

また、はんだ7にクラックが発生することを防止することができる。

【0032】

表2において、温度サイクル（ $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C} \times 15\text{min}$ 、3000サイクル）後の硬度変化と絶縁回路基板の不良率との関係（不良：セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ）を示したものである。硬度変化の違いは、Cu（2N、3N、4N、5N、6N）の純度を変えてサンプルを作成した。

この表2から、硬度変化が30%以上である場合には、絶縁基板の割れ又は、回路層と絶縁基板との剥がれ等の不具合が生じることが分かる。

【0033】

【表2】

Cu純度	不良率	硬度変化
2N	100%	42%
3N	83%	39%
4N	26%	30%
5N	0%	24%
6N	0%	22%

【0034】

また、下記に示される表3において、応力解放により転位の消滅が起こる場合には、絶縁基板2の割れ又は、回路層3aと絶縁基板2との剥がれ等の不具合が生じないことが分かる。

【0035】

本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、図1に示された構成と同一の構成であることから、符号のみを変えて説明する。

本実施形態においては、回路層3b及び金属層4bは、 -40°C 以上 150°C 以下の範囲で破断時における伸びの範囲が20%以上30%以下の純度99.999%以上のCuにより形成されている。

ここで、回路層3b及び金属層4bが上記銅によって、形成されていることから、 -40°C から 125°C の温度サイクルで繰り返し使用されたとしても、回路層3b及び金属層3bが加工硬化し難くなっている。

このため、本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができ、SiC、GaN等のように、高温領域で作動するデバイスでの使用が可能となる。

【0036】

なお、表3において、 -40°C から 150°C における引張試験の結果より、伸び率が20%以上30%以下の場合には、絶縁基板2の割れ又は、回路層3aと絶縁基板2との剥がれ等の不具合が生じることがないことが分かる。

【0037】

本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、図1に示された構成と同一の構成であることから、符号のみを変えて説明する。

本実施形態においては、回路層3c及び金属層4cは、純度99.999%以上の純銅のより形成され、回路層3c及び金属層4cの厚さが0.04mm以上1.0mm以下に形成されている。

回路層3c及び金属層4cの厚みが0.04mm以上1.0mm以下に形成されていることから、 $-40 \sim 125^{\circ}\text{C}$ の温度サイクルで繰り返し使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができ、3000サイクル以上の温度サイクル寿命が得られる。

特に、絶縁基板2がAlN、又はAl₂O₃によって形成されている場合には、永い温度サイクル寿命を得ることができる。

【0038】

本発明の第4の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、図1に示された構成と同一の構成であることから、符号のみを変えて説明する。

本実施形態においては、回路層3d及び金属層4dは、純度99.999%以上の純銅のうち、導電率が99% IACS以上の純銅によって形成されている。

表3において、N=5又はN=6の純銅のうち導電率が99% IASC以上の純銅の場合では、セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ等の不具合が生じないことが分かる。

【0039】

本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態の構成は、図1に示された構成と同一の構成であることから、符号のみを変えて説明する。

本実施形態において、回路層3e及び金属層4eは、99.999%以上の純銅のうち平均の結晶粒径が1.0mm以上30mm以下の純銅によって形成されている。

結晶粒径が1.0mm以上30mm以下の場合には、回路層3e及び金属層4eが共に加工硬化しにくく、また、はんだ7、8の影響を受け難いことから、セラミックス基板の割れ又は、回路層3e及び金属層4eの剥がれ等の不具合生じ難いことになる。

このため、-40℃から125℃の温度サイクルにおいても、3000サイクル以上の温度サイクル寿命を得ることができる。

【0040】

表3は、それぞれの絶縁基板のCu回路部分を切り出し（残部のセラミックスは、20%のNaOHのエッチング液で除去）、不良率、転位数の減少、導電率、平均粒径及び伸び率について測定した結果を示す。

伸び率については、Cuの回路の厚さを0.3mmとして、引張スピードを0.5mm/minとして実施した。

転位数については、100℃の熱処理後の転位数の減少の有り又は無しについて測定した。観測においては、絶縁回路基板のCu材の部分をTEM観察し、N=3で転位数を測定し、その平均転位数に対し、絶縁回路基板を100℃で3時間熱処理した後、測定した平均の転位数が減少しているか調べた。

導電率については、国際標準軟銅（IACS）の電気導電度との比によって表されている。

平均結晶粒径は、100℃熱処理後の結晶粒径の平均をとったものである。

不良率については、それぞれの試験項目に対して、セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ等の不具合が生じるか否かについて判断することにした。

【0041】

この結果、N=5又はN=6の純銅のうち、伸び率が20%以上30%以下の場合には、セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ等の不具合が生じることがないことが分かる。

また、N=5又はN=6の純銅のうち、平均結晶粒径の平均が1.0mm以上である場合には、セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ等の不具合が生じないことが分かる。

さらに、N=5又はN=6の純銅のうち導電率が99 IASC以上の純銅の場合では、セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ等の不具合が生じないことが分かる。

またさらに、N=5又はN=6の純銅のうち、100℃で3時間熱処理した後に転位数の減少が生じる純銅においては、セラミックス基板の割れ又は、Cu回路とセラミックス基板との剥がれ等の不具合が生じないことが分かる。

【0042】

【表 3】

C u 純 度	不良率	転 位 数 の減少	導電率 (20℃)	平 均 結 晶粒径	伸び率			
					-40℃	R T	80℃	150℃
2 N	100%		95	0.1mm	13%	12%	11%	12%
3 N	83%		96	0.2mm	16%	15%	15%	13%
4 N	26%		98	0.5mm	17%	15%	13%	12%
5 N	0%	有り	99	1.9mm	22%	21%	23%	22%
6 N	0%	有り	99	3.8mm	28%	22%	22%	23%

【0043】

表 4 は、純銅 A (N=5、真空焼鈍材 厚さ 0.3 mm) と、純銅 B (N=3、真空焼鈍材 厚さ 0.3 mm) と、アルミ (真空焼鈍材 厚さ 0.4 mm) について引張試験を行った成績票が記載されている。

この結果、純銅 A の -40℃ から 150℃ における伸びは 20% 以上 30% 以下であることが分かる。

【0044】

【表 4】

- ①純銅A 真空焼鈍材 厚さ0.3
 試料 ②純銅B 真空焼鈍材 厚さ0.3
 ③アルミ 真空焼鈍材 厚さ0.4

	マーク	断面積 (mm ²)	耐力		実際荷重 (N)	引張荷重 (N/mm ²)	伸び GL=50		切断 位置	試験温度 (°C)
			荷重(N)	応力(N/mm ²)			実伸(mm)	(%)		
A材 (Cu)	A-1	3.85	180	47	529	137	13.7	27	B	-40
	A-2	3.85	164	43	583	151	14.8	30	B	-40
	A-3	3.85	149	39	458	119	10.7	21	A	RT
	A-4	3.85	167	43	457	119	11.0	22	B	RT
	A-5	3.85	134	35	480	125	12.0	24	B	80
	A-6	3.85	185	48	427	111	9.1	18	C	80
	A-7	3.85	155	40	409	106	9.0	18	C	150
	A-8	3.85	159	41	375	97	10.8	22	C	150
B材 (Cu)	B-1	3.93	184	47	698	178	8.8	18	C	-40
	B-2	3.93	199	51	671	171	8.2	16	C	-40
	B-3	3.93	169	43	584	149	7.4	15	C	RT
	B-4	3.93	179	46	579	147	7.2	14	C	RT
	B-5	3.93	161	41	519	132	6.7	13	C	80
	B-6	3.93	177	45	517	132	6.4	13	C	80
	B-7	3.93	167	42	454	116	5.9	12	C	150
	B-8	3.93	160	41	454	116	5.8	12	C	150
I材	C-1	5.08	123	24	199	39	16.0	32	B	-40
	C-2	5.08	118	23	188	37	12.2	24	C	-40
	C-3	5.08	120	24	158	31	10.4	21	C	RT
	C-4	5.08	89	18	174	34	7.8	16	C	RT
	C-5	5.08	103	20	117	23	13.4	27	B	80
	C-6	5.08	83	16	130	26	14.1	28	B	80
	C-7	5.08	72	14	88	17	12.5	25	A	150
	C-8	5.08	73	14	108	21	17.0	34	C	150

試験片:12.5^W×50^L

歪ゲージKFH-5-120-C1-16 BIM3 Cu用 両面貼付

KFH-5-120-C1-23 BIM3 Al用 両面貼付

接着剤EP-34B

クロスヘッドスピード:耐力迄0.5mm/min. 耐力以後 5mm/min

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明のパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されることになるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を著しく延ばすことができることになる。また、回路層及び金属層は、熱伝導率の良好な銅から構成されることになるので、半導体チップからの熱を効率良く放

熱体側に伝達させて放出させることができることになる。従って、温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝導率との両方を満足させることができるパワーモジュール用基板を提供することができることになり、産業上の利用可能性が認められる。

【0046】

本発明のパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されることになるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を著しく延ばすことができることになる。また、回路層及び金属層は、熱伝導率の良好な銅から構成されることになるので、半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることができることになる。従って、温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝導率との両方を満足させることができるパワーモジュール用基板を提供することができることになる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】 本発明によるパワーモジュール用基板の一実施の形態を示した概略断面図である。

【図2】 従来のパワーモジュール用基板の一例を示した概略断面図である。

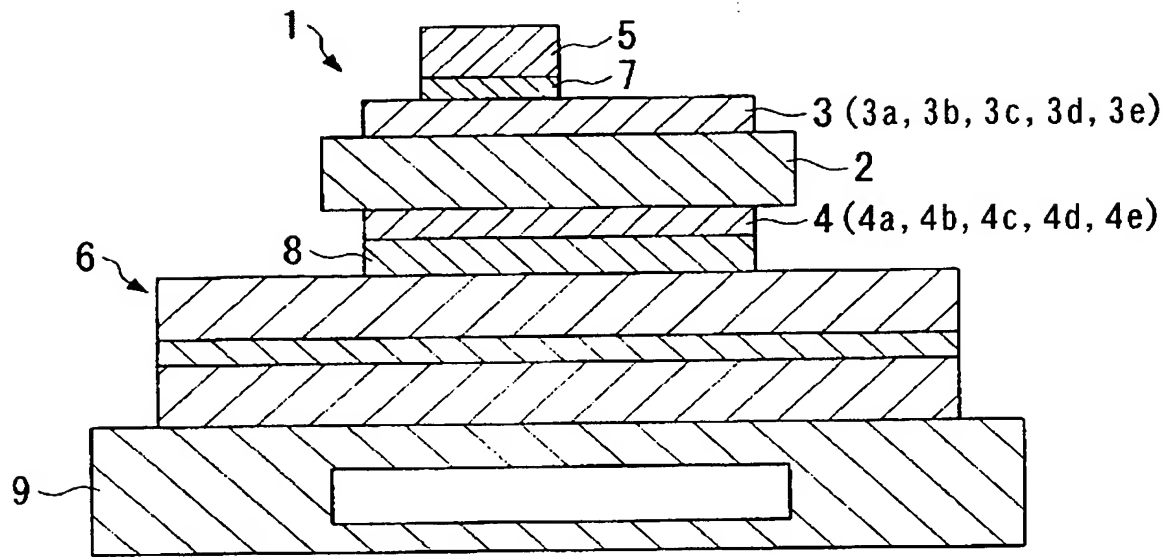
【図3】 従来のパワーモジュール用基板の他例を示した概略断面図である。

【符号の説明】

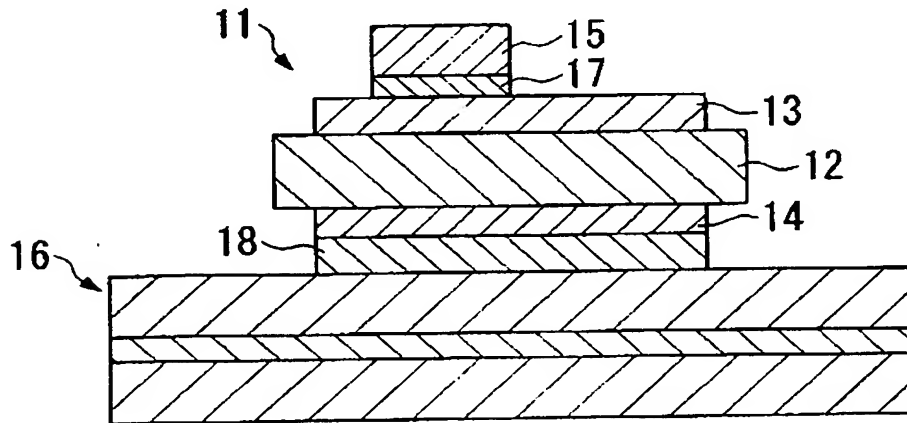
【0048】

- 1 パワーモジュール用基板
- 2 絶縁基板
- 3 回路層
- 4 金属層
- 5 半導体チップ
- 6 放熱体
- 7 はんだ

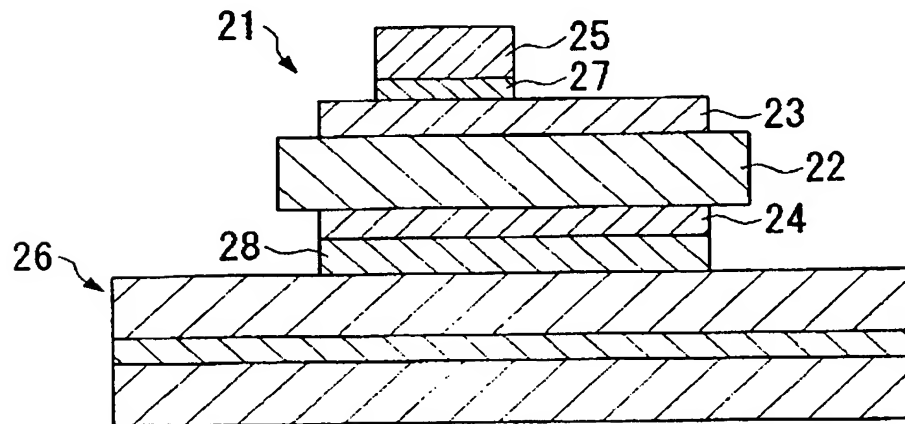
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝達率の両方を満たすことができるパワーモジュール用基板を提供する。

【解決手段】 絶縁基板 2 と、絶縁基板 2 の一方の面に積層される回路層 3 と、絶縁基板 3 の他方の面に積層される金属層 4 と、回路層 3 にはんだ 7 を介して搭載される半導体チップ 5 と、金属層 4 に接合される放熱体 6 とを備える。回路層 3 及び金属層 4 は、純度が 9 9 . 9 9 9 % 以上の銅で構成される。温度サイクルが繰り返し作用しても、内部応力が蓄積することなく、温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層 3 及び金属層 4 は、熱伝導率の良好な銅から構成されるので、半導体チップ 5 からの熱を効率良く放熱体 6 側に伝達させて放出させることができる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-397839
受付番号	50301958314
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 15 年 12 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000006264
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号
【氏名又は名称】	三菱マテリアル株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100117189
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	江口 昭彦

【選任した代理人】

【識別番号】	100120396
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	杉浦 秀幸

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【住所又は居所】 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特
許事務所

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100106057

【住所又は居所】 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特
許事務所

【氏名又は名称】 柳井 則子

特願 2 0 0 3 - 3 9 7 8 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 2 6 4]

1. 変更年月日	1 9 9 2 年 4 月 1 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号
氏 名	三菱マテリアル株式会社